

The image features two ears of white corn, one positioned above the other. In the center, between the two ears, is a single corn flower with several white, rounded petals. The entire composition is set against a plain white background.

A Cultura do Milho Irrigado

República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva
Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Roberto Rodrigues
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Conselho de Administração

José Amauri Dimázio
Presidente

Clayton Campanhola
Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires
Hélio Tollini

Ernesto Paterniani

Luis Fernando Rigato Vasconcellos
Membros

Diretoria-Executiva

Clayton Campanhola
Diretor-Presidente

Gustavo Kauark Chianca
Herbert Cavalcante de Lima
Mariza Marilena T. Luz Barbosa
Diretores-Executivos

Embrapa Milho e Sorgo

Antônio Fernandino de Castro Bahia Filho
Chefe-Geral

Embrapa Informação Tecnológica

Fernando do Amaral Pereira
Gerente-Geral

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*



A Cultura do Milho Irrigado

Editores Técnicos
*Morethson Resende
Paulo E.P. Albuquerque
Lairson Couto*

*Embrapa Informação Tecnológica
Brasília, DF
2003*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Informação Tecnológica

Parque Estação Biológica – PqEB – Av. W3 Norte (final)
Caixa Postal 040315
CEP 70770-901 Brasília, DF
Fone: (61) 448-4236
Fax: (61) 340-2753
vendas@sct.embrapa.br
sac@sct.embrapa.br
www.sct.embrapa.br

Embrapa Milho e Sorgo

Rodovia MG 424, Km 45
Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Telefone: (31) 3779 1000
Fax: (31) 3779 1088
www.cnpms.embrapa.br
sac@cnpms.embrapa.br

Embrapa Informação Tecnológica

Coordenação editorial: *Edson Junqueira Leite e Lucilene Maria de Andrade*
Padronização de texto: *Raquel Siqueira de Lemos*
Projeto gráfico, editoração eletrônica e tratamento das ilustrações:
Júlio César da Silva Delfino

Embrapa Milho e Sorgo

Revisão: *Dilermando Lúcio de Oliveira*
Normalização bibliográfica: *Maria Tereza Rocha Ferreira*
Foto da capa: *Newton França (Center Foto)*
Arte Final da Capa: *Tânia Mara Assunção Barbosa e Newton França*

1ª edição

1ª impressão (2003): 2.000 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP
Embrapa Informação Tecnológica

A cultura do milho irrigado / Editores técnicos Morethson Resende, Paulo E. P. Albuquerque, Lairson Couto.- Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2003.
317p. : il. color.

Inclui bibliografia
ISBN 85-7383-227-4

1. Milho - Cultivo - Irrigação. 2. Milho - Irrigação. I. Resende, Morethson. II. Albuquerque, Paulo E. P. III. Couto, Lairson.

CDD 633.15 (21. ed.)

© Embrapa 2003

Apresentação

A agricultura desempenha, no Brasil, papel importante no desenvolvimento, gerando emprego, renda e divisas. No ano de 2002, o agronegócio foi responsável por 41,2% das exportações brasileiras, representando cerca de US\$24,9 bilhões. Cada vez mais a diversificação de produtos fortalece a posição brasileira de exportador, assegurando saldos crescentes na balança comercial.

Na agricultura, a incorporação da irrigação é relativamente recente no Brasil, à exceção das áreas de arroz inundado e próximas aos cursos d'água. Dados de 1998 estimam a área irrigada em 2.870 mil ha¹, sendo que 60% estão sob irrigação por superfície, 17% por aspersão, 19% por pivô central e apenas 6% por irrigação localizada. Somente o Rio Grande do Sul é responsável por 35% da área irrigada no País (a Região Sul responde por 41,65% do total). A Região Sudeste representa 31,04%, Nordeste, 17,26%, Centro Oeste, 7,03%, e Norte, 3,02%.

Os incrementos verificados na área irrigada na década de 70 e 80 são reflexo das linhas de crédito para irrigação e programas governamentais como Provárzeas, Profir, Proine e Proni.

Na década de 90, houve estagnação na área irrigada que só voltou a crescer em 1996, com a participação da iniciativa privada e com o crescimento expressivo na Região Nordeste.

Em todos os períodos, a geração de tecnologia teve papel preponderante na modernização da agricultura irrigada na busca de sistemas que combinassem o aumento da produtividade da água, a conservação ambiental e a geração de renda para o agricultor.

O livro *A Cultura do Milho Irrigado*, nos seus 12 capítulos, fornece informações e conhecimentos gerados pela pesquisa desenvolvida na Embrapa Milho e Sorgo e parceiros, sobre essa cultura que é importante componente de sistemas de produção de grãos e parte integrante de sistemas de rotação. Aborda aspectos

¹ Banco do Nordeste. A Importância do agronegócio da irrigação para o desenvolvimento do Nordeste. Fortaleza, Banco do Nordeste, 2001, 114p. v.1.

agronômicos e econômicos da cultura bem como dá ênfase a sistemas e manejo da água e nutrientes na busca da sustentabilidade da agricultura irrigada.

O conjunto de capítulos que o compõe agrega informações e resultados obtidos, demonstrando que a agricultura irrigada não se resume apenas à adição de mais um insumo (água), mas à potencialização das interações dentro de um novo sistema produtivo.

Antônio Fernandino de Castro Bahia Filho

Embrapa Milho e Sorgo

Sumário

Capítulo 1

Importância do Milho Irrigado	17
Introdução	18
Agronegócio do milho no Brasil	19
Produção potencial da cultura do milho	22
Fatores limitantes	26
Sistema de produção	27
Produtividade e rentabilidade de outras culturas	28
Referências	30

Capítulo 2

Agricultura Irrigada e Sustentabilidade Agrícola	31
A Evolução da agricultura	32
Agricultura irrigada	34
Sustentabilidade agrícola	35
Agricultura irrigada e sustentabilidade	37
Referências	40

Capítulo 3

Aspectos Fisiológicos da Cultura do Milho Irrigado	43
Introdução	44
Identificação dos estádios de crescimento/ desenvolvimento	46
Estádio VE (germinação e emergência)	46
Estádio V3 (três folhas desenvolvidas)	49
Estádio V6 (seis folhas desenvolvidas)	50
Estádio V8 (oito folhas desenvolvidas)	52
Estádio V9 (nove folhas desenvolvidas)	53
Estádio V12 (doze folhas desenvolvidas)	54
Estádio V15 (quinze folhas desenvolvidas)	54
Estádio V18 (dezoito folhas desenvolvidas)	55
Pendoamento, VT	56

Estádios reprodutivos e desenvolvimento do grão	57
Estádio R1 (embonecamento e polinização)	57
Estádio R2 (grão bolha d'água)	59
Estádio R3 (grão leitoso)	60
Estádio R4 (grão pastoso)	62
Estádio R5 (formação de dente)	63
Estádio R6 (maturidade fisiológica)	65
Referências	66

Capítulo 4

Manejo de Solos em Agricultura Irrigada	69
Introdução	70
Planejamento de uso do solo	71
Riscos de erosão	72
Práticas de conservação do solo e da água	75
Compactação do solo	82
Sintomas visuais da compactação	85
Eliminação da camada compactada	90
Preparo do solo	91
Preparo convencional	91
Métodos conservacionistas	95
Considerações gerais	101
Referências	102

Capítulo 5

Manejo de Corretivos e Fertilizantes em Agricultura Irrigada .	107
Introdução	108
Acidez do solo e calagem	108
Método do alumínio trocável	110
Método da saturação com bases	111
Adubação de plantio	112
Adubação nitrogenada em cobertura	114
Quantidade de N	116
Manejo da adubação nitrogenada	117
Modo de aplicação	117

Mobilidade do nutriente no solo	124
Exigências nutricionais da cultura	124
Referências	125

Capítulo 6

Manejo de Pragas na Cultura do Milho Irrigado	127
Introdução	128
Descrição dos danos e manejo das pragas de milho irrigado	128
Insetos subterrâneos	130
Pragas da parte aérea da planta	139
Pragas ocasionais	147
Impacto ambiental do manejo de pragas	149
Referências	150

Capítulo 7

Manejo de Doenças na Cultura do Milho Irrigado	157
Introdução	158
Interações solo-planta-água-patógenos	158
Principais doenças em milho irrigado	170
Doenças foliares	170
Doenças do colmo e das raízes	173
Doenças das espigas	175
Doenças causadas por patógenos transmitidos por insetos	176
Aplicação de fungicidas via água de irrigação (fungigação)	179
Referências	180

Capítulo 8

Controle de Plantas Daninhas	183
Introdução	184
Métodos de controle	185
Preventivo	185
Cultural	185

Mecânico	185
Biológico	186
Químico	186
Classificação dos herbicidas	191
Época de aplicação	192
Atividade	192
Seletividade	192
Modo de ação	193
Fatores que interferem no comportamento dos herbicidas	194
Propriedades físico-químicas dos herbicidas	194
Qualidade da água	198
Temperatura	198
Umidade relativa do ar	198
Umidade do solo	199
Matéria orgânica	199
Vento	199
Tipos de aplicação	200
Terrestre	201
Aérea	201
Via irrigação	201
Referências	202

Capítulo 9

Produção de Milho em Sistema Irrigado	205
Introdução	206
Fatores climáticos e culturais que afetam o crescimento e o desenvolvimento do milho	206
Temperatura	207
Umidade do solo	209
Fotoperíodo	210
Radiação solar	210
Época de semeadura	212
Profundidade de semeadura	214
Densidade de plantio	215

Espaçamento entre fileiras	220
Quantidade de semente	221
Rotação e culturas que compõem o sistema de produção de milho em condições irrigadas	223
Cultivo do feijoeiro como componente do sistema de milho irrigado	224
Cultivo do tomate industrial como componente do sistema de produção do milho irrigado	235
Outras culturas	238
Referências	238

Capítulo 10

Riscos Climáticos para a Cultura do Milho:

A Irrigação em Perspectiva	245
Referências	263

Capítulo 11

Manejo de Irrigação	265
Introdução	266
Quanto irrigar	268
Características do solo	268
Características da planta	269
Características do sistema de irrigação	272
Quando irrigar	272
Requerimento de água pela cultura	273
Estratégias de manejo de irrigação	283
Calendário de irrigações	284
Método do balanço diário de água no solo	287
Uso de equipamentos	288
Irrigação de plantio	293
Última irrigação	294
Referências	295

Capítulo 12

Custo de Produção de Milho Irrigado	303
---	-----

Introdução	304
Custo da irrigação	304
Custo da hora do sistema de irrigação	305
Custo da hora de máquinas, equipamentos e mão-de-obra	308
Custo de correção e conservação de solo	310
Custo de produção de milho	311
Sistema de produção de milho irrigado	311
Sistema de produção de milho em sequeiro	313
Resultado operacional	314
Referências	316

Capítulo 1



Importância do Milho Irrigado

*Lairson Couto
Morethson Resende
Paulo Emílio Pereira de Albuquerque*

Introdução

Tradicionalmente, no Brasil, o milho sempre foi uma cultura típica de sequeiro. Com a expansão da fronteira agrícola para a Região do Cerrado, houve um crescimento muito grande das áreas plantadas com soja e milho. Essas áreas, predominantemente com propriedades médias e grandes, foram implementadas com um nível tecnológico mais elevado e maior grau de mecanização. A Região do Cerrado, no entanto, apresenta características climáticas bem distintas das regiões Sul e Sudeste, com a precipitação anual bem menor e concentração das chuvas no período de novembro a março, com ocorrência freqüente de longos períodos de estiagem, que são os veranicos. Essa distribuição irregular das chuvas leva ocasionalmente a reduções drásticas na produtividade das lavouras conduzidas nesse período.

No final da década de 70 e na década de 80, houve um grande crescimento das áreas irrigadas por aspersão convencional e pivô central, na Região do Cerrado, por intermédio de programas de incentivo à irrigação. A cultura do milho passou, então, a ser uma alternativa nos sistemas de produção de grãos e hortaliças em sucessão e rotação com outras culturas. É importante salientar que o feijão, o tomate industrial e a ervilha constituem importantes culturas em condições irrigadas, e o cultivo de gramíneas na rotação com essas culturas é imprescindível, principalmente nos aspectos relacionados à ocorrência de doenças. Dentre as gramíneas hoje cultivadas sob irrigação em terras altas, o milho apresenta-se como a alternativa mais viável. Considerando que o custo de produção da cultura do milho irrigado gira em torno do equivalente a 5 t/ha de grãos (Resende et al., 1990) e que é possível a obtenção de produtividades em torno de 8 a 9 t/ha de grãos, essa cultura deixa de ser vista apenas como cultivo para rotação e passa, então, a ser economicamente viável.

Entretanto, as tecnologias hoje recomendadas para a cultura do milho são quase todas destinadas a condições de sequeiro, em que a expectativa de produção está em torno de quatro a seis toneladas por hectare. O grande risco de ocorrência de veranicos